

Safety evaluation of crack propagation control and reinforced concrete reinforcement of highway bridge cap girder

Lan Zhang

Hubei Provincial Communications Planning and Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract

With the extended service life of road and bridge structures, beam cracks in highway bridge girders have become increasingly prevalent, posing critical challenges to structural safety and durability. This study focuses on crack control technologies and external wrapped reinforced concrete (ECRCC) reinforcement techniques. The research begins by analyzing root causes of cracking, including material properties, environmental factors, and load effects. Advanced monitoring technologies are then employed to dynamically track crack propagation, enabling real-time assessment of crack development and formulation of targeted solutions. ECRCC technology has gained widespread adoption due to its operational convenience and cost-effectiveness. Field application studies demonstrate that ECRCC reinforcement significantly enhances girder load-bearing capacity and extends service life. Experimental verification confirms that this method effectively improves girder performance, ensuring more durable service.

Keywords

Highway bridges; Girder girders; Crack propagation control; External wrapped reinforced concrete; Structural safety evaluation

公路桥梁盖梁裂缝扩展控制与外包钢筋混凝土加固的结构安全评价

张榄

湖北省交通规划设计院股份有限公司, 中国 · 湖北 武汉 430051

摘要

随着道路桥梁使用周期的拉长, 公路桥梁盖梁裂缝现象越来越多, 已成为影响桥梁结构安全性和耐久性的关键因素。本文主要研究盖梁裂缝控制技术和外包钢筋混凝土加固技术。首先分析引起裂缝的根源因素, 例如材料性质、环境因素、荷载影响等。然后采用前沿的监控技术对裂缝生长情况进行动态监测, 以实现第一时间了解裂缝变化, 提出对应解决方案。其次, 由于外包钢筋混凝土加固技术应用起来方便并且经济性好, 所以得到广泛使用。通过各种现场应用实例研究试验, 得出外包钢筋混凝土加固方法提升盖梁承载能力和增加使用寿命的效能。最终检验结果表明外包钢筋混凝土加固方法切实提升了盖梁承载能力, 让盖梁的使用更耐久。

关键词

公路桥梁; 盖梁; 裂缝扩展控制; 外包钢筋混凝土; 结构安全评价

1 引言

随着中国高速公路的建设越来越多, 作为交通基础设施部分的桥梁重要性愈加凸显, 对于桥梁结构稳定性和使用可靠性的要求也越来越高。桥墩属于主要的桥梁结构元素, 对桥墩抗力、耐久性的要求直接关乎桥梁结构的整体安全。桥墩在长期使用过程中, 受多种环境因素影响, 会出现裂缝, 破坏桥梁结构功能, 加大后期养护维修难度。因此, 对裂缝的进一步发展进行外包钢筋混凝土方法的应用和加强变得十分必要。这种方法简洁通用, 已经成为当前处理此类

问题的主要方法。本文主要进一步研究桥墩裂缝扩大的控制方法, 说明外包钢筋混凝土的效果, 并对此方法应用于建筑物安全的影响做综合评估, 为实际工程中的应用提供基础和指导。

2 研究背景与意义

2.1 公路桥梁盖梁的功能及重要性

在现代交通中, 没有任何结构像桥梁公路如此重要, 桥的首要功能就是作为车辆及行人从地形地貌(河、溪、交叉路口等)间的通行保障。盖梁是公路桥梁墩柱顶部的关键水平构件, 主要功能是支承、分布和传递上部结构(如主梁)传来的荷载, 将其分散至下部墩柱和基础。其为上下部结构的连接枢纽, 直接决定了支座的位置和桥梁的净空, 影响桥

【作者简介】张榄(1987-), 男, 中国湖北襄阳人, 硕士, 高级工程师, 从事桥隧养护与加固设计研究。

下通行能力。盖梁的强度和刚度保证了桥梁整体结构的稳定性和行车平顺性,是承受并传递车辆载荷的关键受力部位,其安全性与耐久性对全桥至关重要。随着交通量及车量的增大,使得公路桥梁受到的荷载及环境的负荷也在不断提高,对公路桥梁进行研究,加深对公路桥梁盖梁作用及特点的认识,从而提高公路桥梁的耐久性和安全性是非常必要的。

2.2 公路桥梁盖梁的影响与研究现状

在施工实践工作中,日益关注公路桥梁的设计工作,随着公路桥梁的建设越来越受到社会各界广泛重视,对公路桥梁盖梁施工、运营过程中存在的各项问题更加关注。根据近年来相关运营及检测资料可见,公路桥梁盖梁的施工质量好坏直接决定其各项性能,例如抗震性能、抗冲击性能、承载力等方面。因此,对于公路桥梁盖梁实际应用工作中产生的问题,例如开裂变形、下沉等问题,相关的研究也在不断深入发展。目前对桥梁盖梁的研究主要集中于材料性能、设计方案、施工方式等方面。同时,新检测技术的进步也给我们带来了关于桥梁健康状况研究的新思路与新方法。但还需要深入分析桥梁盖梁长时间运营期间性能衰减与其影响因素的问题,进而更好的提升桥梁的安全性能与耐用性能^[1]。

3 裂缝扩展控制

3.1 裂缝产生的原因

3.1.1 材料特性对裂缝的影响

一般情况下,对于桥面的建造使用来说,大多数都是由水泥、沙子等材质构建的。前期在选材、配比、物理化学特性等都会成为导致裂纹的因素。例如,混凝土的强度、弹性模量、收缩性、耐腐蚀性等等,它们均与裂缝的发生直接相关。若对不合适的材质选择或是施工过程中的不精细等原因,也会使得混凝土在凝结过程中出现非对称收缩性,从而产生缝隙。一旦材料的老化导致其自身的物理性能逐渐降低,也会提升裂缝发展的程度。因此,深入了解材料并恰当的进行选择就是有效地控制裂缝的有效方式^[2]。

3.1.2 环境因素与荷载影响

除去物质因素之外,其自身的自然条件起着重要的作用,如环境温度、湿度的改变、化学的腐蚀等都会损伤桥梁结构。而环境温度的迅速变化会让混凝土出现胀缩,会出现应力集中,导致开裂。加之车辆荷载对桥体的影响,在车流量特别是货车流量较大的地段,桥梁结构所承担的动静荷载较大,多数普通国省干道重载车辆长期处于超载状态,造成桥梁局部应力超限,使得混凝土表面出现裂缝等病害,所以考虑上述影响条件对预防结构物裂缝出现起着举足轻重的作用。

3.2 裂缝监测方法

3.2.1 传统监测手段

传统的裂缝检测方法主要有目测、测量裂缝大小以及深度、用裂缝尺等。虽然这种方法操作起来简单,而且十分

实用,但其准确性与公正性或多或少会受到人的主观性而影响。再加上这种方法通常只适用于定期维修过程中,并不具备及时的实时监测数据,因此对裂缝缺乏及时性监测,也因为这一系列因素让很多潜在的裂缝问题没有及时发现与及时维修,使得桥梁的安全性问题大大增加。

3.2.2 现代监测技术

随着科技的发展,一些新型的检测工具和技术应用到桥梁裂缝检测领域。无线传感器网络、光纤传感器、无人机技术应用到桥梁检测当中,可实现全天候实时监测覆盖,采用高精度方式检测出微裂变化,并将信息高效传输到监测中心。其中光纤传感器灵敏度高,对杂音有较强的耐受力,是检出裂缝变化重要的传感器。此外,无人机的应用,可实现人员投入量减少,检测效果增加。这种先进的检测技术对早期的察觉、掌握裂缝具有积极作用,必将成为以后桥梁检查、养护、管理的主要手段^[3]。

4. 外包钢筋混凝土加固技术

4.1 外包加固技术的原理

外包钢筋混凝土加固技术是指根据“结构补强”的理念,在原混凝土构件的外部增加一定的钢筋及混凝土,提高原混凝土结构的强度以及开裂荷载限值。此外外包钢筋混凝土加固技术所具备的优点是方法简单、施工操作便捷,对环境的影响较小,可以在较小程度上维持建筑物主体结构不被破坏的基础上改善其功能,并使建筑物满足现阶段建筑安全性、强度标准的承载力要求,除了用于桥梁隧道等大体量构筑物的维修之外,还可以用于房屋或商业用房等房屋建筑基础的改建、加固。

4.1.1 加固设计原则

加强设计的基本原则有适用性、安全性与经济性。首先,通过对原结构现状进行分析与评估,找到它的承载力状态以及存在的问题,为后续加固设计提供相关基础数据。其次,设计时要考虑荷载方式、应力特征及外界条件对设计的影响,以确保加固效果的可靠与加固体系的稳定,还要对造价进行核算,选择较为适合的材料及施工工艺等以确保方案的经济性。再次,最终通过对以上原则的综合应用,可以提升加固方案的可调性与可靠性^[4]。

4.1.2 施工技术要求

在运用外包技术的时候,良好的质量管理是保证强化该工程质量达标的前提,在施工前将基础工作做足,如清理基础以及材料的检查,以此来查验相关技术指标,了解是否可以达标。按照设计方案来进行钢筋铺设和水泥浆的灌注。在进行搅拌水泥浆时,必须要调节比例及流程,保证水泥浆的强度及密度达标。对天气温度、湿度变化也会给外包裹强带来一定的影响,如养生不到位可能导致裂缝产生或者其他保质问题。可见,项目的质量管理工作对于外包强化的质量影响至关重要,要采取合理措施保证强化工作的顺利进行。

4.2 应用实例分析

4.2.1 案例选择与分析

为了对该种外部混凝土加固使用效果进行更深入地研究,项目选择了一处真实案例进行验证,在某城市中一处运营达30年的桥梁,该桥梁某桥墩为过渡墩,其盖梁因为长时间的运营以及受交通量增加在盖梁大、小桩号侧出现严重的竖向、环向裂缝,其结构承载力大幅下降。经过相关检测、设计单位评估,专家组表示采取外部加强的方式进行加固可以恢复其功能,保证其耐久性。依据检测结果制定修复方案,发现采取在外部加钢筋混凝土的方式,对其提升抗拉以及抗剪切剪力的效果。整个建设工程按照设计的施工规范开展工作,确保每一个环节做到严控质量^[9]。

4.2.2 加固效果评估

在加固项目完成后,还要对加强项目成果进行检查,检测所采用的方法的合理性及其应用的有效性,主要采用应力测试和裂纹检测等方法,来整体检测桥梁的承重能力和变形情况。通过该试验可以发现,桥梁经过加强后其承载能力大幅度提高,桥梁裂纹的增加情况得到了有效遏制,使桥梁的整体稳定性得到了显著的加强,经过收集该桥梁之后运营数据及定期对其检测结果,证明经过加强的桥梁完全可以接受当今的交通量,其整体功能也能够达到预期的效果。通过研究该案例,可以证明通过外部的钢筋混凝土加固的方法是可行性的,效果较好,其也能够被广泛地应用于提高桥墩盖梁耐久性等方面。

5. 结构安全评价

5.1 评价指标体系

5.1.1 结构性能指标

结构功能参数是建筑物结构安全性评价的根本点,主要包括结构的承受能力、刚度、弹性变形等。其中承受能力是最重要的结构安全性指标,通常采用若干个载荷作用下的试验结果进行评价;刚度反应的是一组在受力过程中出现的构件的变形量;而弹性变形能力反映了极端状态下结构的变位情况。抗震性能主要是指工程结构经受地震等突发性事件的评估。以上指标都能让工程师对结构在不同的环境条件下都能有所了解,对以后对其加强及保养奠定基础。

5.1.2 安全性分析方法

除此之外,安全性研究方法也是决定建筑安全的重要组成部分之一。关于安全性研究的方法比较常用的有极限状态法、可靠度分析法以及损伤鉴定法等。极限状态法主要是以结构所能承受的荷载来确定安全范围的同时,改变材料强度的比例与安全系数;可靠度分析法主要是运用统计学方法来分析结构在随机载荷下是否具备足够的稳定性,通过分析得出关于该结构崩溃的可能性以及产生风险的大小等各个方面问题的详细分析;损伤鉴定法主要是针对结构的健康进行

研究,对已存在的损伤进行定量分析。综合多种研究方法进行结构安全的客观评价与分析提供依据和测量标准。

5.2 实证研究

5.2.1 案例分析方法

对于既有结构试验来说,如何选取具有代表性意义的案例进行解析是极其重要的问题。本文选择了大桥中一处已经进行了加强的结构作为研究对象,首先进入基本数据信息的获取和评价阶段,比如设计文件、使用年限、现有的病害情况、维护现状及其后期的处治结果等;其次用前文讲述的评价功能参数和安全性的分析手段,对改造前和后的构造物进行一系列功能指标的全面分析,对比二者载荷性能和弹性性能等各项安全性能的提高情况。通过研究验证该加固处治方案的可靠性外,也能为将来的提升工程提供一定的借鉴。

5.2.2 结果与讨论

通过对实例研究,可以看到,通过外包加固的桥梁盖梁的荷载强度和抗剪能力都有明显增加,整个桥梁结构的稳定性也有显著提升,同时多年监测结果也表明,修缮以后的桥梁运行状态良好,没有新增裂缝和变形,这值得在今后类似的项目开展中参考借鉴。而在本文的研究中,也对修缮期间的一些关键因素例如材料、施工方法与设计合理性等进行了探讨,并提出了在实际运作中要注重这些要点从而达到最好的修缮效果,而针对今后的结构安全诊断与加固技术研究,还要有更多的先进且合理的手段来解决更加复杂的课题。

6 结语

通过对公路桥墩盖梁裂缝增长监控和外包钢筋混凝土加强的研究,得出:第一,由于其构造、环境、荷载等因素的影响,造成裂开的因子较多,因此,全方位、针对性的监控成为发现和控制早期裂缝的关键。第二,外包钢筋混凝土加强有效控制了裂缝扩展,提高了结构的安全度,可大幅提升桥墩盖板承载力和寿命。第三,本课题的研究结果为以后桥墩盖梁的检养和加固提出了参考依据,也对今后深入进行相关研究提出了建议。

参考文献

- [1] 孙浩然,张婉儿,刘志强. 公路桥梁裂缝监测技术研究[J]. 建筑结构学报, 2023(15): 78-82.
- [2] 王晓东, 李海峰,陈丽华. 外包钢筋混凝土加固技术在桥梁中的应用[J]. 土木工程与管理, 2023(21): 45-50.
- [3] 赵明亮,杨紫馨,朱思敏. 裂缝扩展行为对桥梁结构安全性的影响分析[J]. 结构工程, 2024(3): 12-16.
- [4] 刘勇,谢雅琴,孙子辰. 加固技术在桥梁维护中的实践研究[J]. 现代建筑工程, 2023(19): 55-60.
- [5] 陈鸿铭,梁佳妮,魏建国. 钢筋混凝土结构裂缝控制与加固方法探讨[J]. 工程建设与管理, 2024(6): 88-92.